



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimèdia

Comparativa entre la fotografia analògica i la digital: Qualitat d'imatge del sistema analògic i dels sistemes digitals.

Autor: Ollé Botella, Joan

Grau en fotografia i Creació Digital (2012-2017)

Director: Martínez Navarro, Bea

23 de Juny de 2017

M'agradaria dedicar aquest treball a la meva família, amics i a totes les persones involucrades que han hagut de donar-me una dosi extra d'ànims i recolzament durant la realització d'aquest treball, en especial a meva tutora: Bea Martínez Navarro a qui li he d'agraïr especialment la seva paciència, coneixements i direcció del treball, ja que ha sigut fonamental en la motivació per a dur a terme aquest treball.

Índex

1.Resum	3
2.Introducció	4
3.Metodologia de treball	5
3.1.Caracterització i anàlisi dels sistemes de captació	5
3.1.1.Estudi de la Resolució de L'objectiu: Test USAF	5
3.1.2.Estudi de la Resolució del Sistema: MTF	7
3.1.3.Estudi del Rang Dinàmic del Sistema: OECF (Test Stouffer)	11
3.1.3.2 Densitometria	12
3.2.Caracterització Hasselblad 500C/M i Ilford Delta 100	13
3.3.Caracterització Phase One P65+	19
3.4.Caracterització Sony A7ii	22
3.5.Caracterització Epson V800	28
4.Digitalització: Resultats	30
4.1Mostra dels resultats	30
4.1.Resultats Phase One	30
4.2.Resultats Sony A7ii	31
4.3.Resultats Epson V800	32
5.Anàlisi i comparació	33
7.Conclusions i Autocritica	38
8.Bibliografia	40

1.Resum

Aquest treball de fi de grau realitza una comparativa entre la fotografia analògica i la digital. També tracta les diferències en la qualitat d'imatge obtinguda segons el mètode de digitalització i equips emprats per a digitalitzar els negatius. En aquest cas, l'equip analògic estudiat ha sigut la càmera Hasselblad 500C/M amb l'objectiu Carl Zeiss Planar 80mm f/2.8T* amb la pel·lícula Ilford Delta 100, i els 3 equips digitals analitzats i emprats tant per la comparativa com per la digitalització han sigut: la càmera Sony A7ii amb l'objectiu Nikkor 50mm f/1.4 Ald, el sistema Phase One P65+ amb l'objectiu Phase One AF120mm f/4 macro i l'escàner Epson Perfection V800.

L'estructura del treball s'ha dividit en 3 parts diferents. La primera part consta de la metodologia emprada tant per a la caracterització dels equips que ens permetrà trobar en quines condicions podem obtenir la millor qualitat d'imatge de cada dispositiu i quin rendiment té cadascun d'aquests així com també el mètode utilitzat per a revelar els negatius. La segona part, presenta la caracterització d'aquests equips i la digitalització de la pel·lícula, que dona part a la tercera i última part on es mostren, comparen i es discuteixen els resultats obtinguts.

Tot i que s'han seguit uns protocols de qualitat, el treball està enfocat al tipus de digitalització que podria fer una persona que es dediqués tant a la fotografia analògica com la digital i volgués preservar els seus negatius a casa sense haver de dependre d'una empresa externa que realitzés la digitalització.

2.Introducció

Actualment estem vivint en l'era digital, tot a través dels ordinadors, les xarxes i el núvol. Estem connectats 24h i l'evolució forçada i accelerada de la tecnologia no deixa que ens relaxem. Pel que fa al món de la fotografia, podem definir aquesta època en la que vivim com l'època en la qual la fotografia es'ha democratitzat. A dia d'avui gairebé tothom té accés a un telefon mòbil i/o càmera digital, de fet la majoria de gent ho porta tot junt, dintre del mobil porta una càmera. Després tenim el mercat de les càmeres digitals el qual avança a passes forçades augmentant els megapixels i frames per segon.

Degut a viure en aquesta mena de societat digital i tenir la nostra segona vida a les xarxes socials estem constantment compartint imatges a internet.

Tot i això es diu que des de fa uns anys la fotografia analògica està patint el que anomenen com a "Film Renaissance" o "El Renaixement" de la pel·lícula.

Una gran part dels fotògrafs que s'havien passat al digital ara tornen a disparar rodets, i sobretot els curiosos joves que mai han fet servir una càmera volen experimentar que es aquesta experiència de disparar i no veure quina fotografia s'ha fet ,però, sense oblidar que el pas final serà publicar a internet aquella fotografia feta amb una càmera de fa 50 anys. És aquesta mena de coses el que dona pas a reobrir el debat infinit sobre quin dels dos medis és millor si el digital o l'analògic. Ja que l'opinió sempre està dividida.

Degut a estar vivint en aquesta era digital tant les institucions culturals com el ciutadà normal vol digitalitzar aquest patrimoni, ja siguin rodets en aquest cas o en el cas de les institucions: Obres d'art, plaques de vidre antigues, llibres etc...

Com no, dintre del món de la digitalització també hi ha debat. A l'hora de digitalitzar tenim les dues tecnologies tant avançades que no sabem que triar ja que tenim l'opció de digitalitzar amb un escàner o amb una càmera digital.

La qualitat d'imatge que donen tant un escàner com una càmera actual és suficientment decent per a l'ús que li pugui donar una persona qualsevol. Però i si aquella digitalització d'una placa de vidre antiga o del rodet disparat la setmana passada es vol imprimir molt gran o bé posar en un llibre? Amb quin dels mètodes de digitalització tindrà millors resultats? Què he de fer per obtenir-los?

Amb l'afà de reobrir el debat entre la fotografia analògica i digital i intentar acabar amb aquest, així com fer una comparació tècnica i amb fonament entre els diferents medis, tipus de digitalització i procediment per a la caracterització dels equips digitals, neix la idea de fer aquest TFG.

3. Metodologia de treball

3.1. Caracterització i anàlisi dels sistemes de captació

La caracterització d'un dispositiu de captura ja sigui una càmera o un escàner, permet optimitzar un sistema de manera que ens sigui possible obtenir resultats amb la major qualitat possible. Això garantirà una qualitat consecutiva en aquest cas a l'hora de digitalitzar els negatius o en com obtenir la millor qualitat d'imatge en la resta de fotografies que volguem fer amb l'equip caracteritzat.

La caracterització i per tant optimització és un pas previ a digitalitzar ja que per a començar a fer la feina primer hem de saber quina configuració hem de posar a l'hora de realitzar la fotografia. A continuació es mostren els equips caracteritzats i s'exposen els motius per als quals s'han escollit aquests i no uns altres.

3.1.1 Estudi de la resolució de l'objectiu: Test USAF

La qualitat d'imatge la podem dividir en 2 conceptes, un es la resolució i l'altre el contrast.

Entenem la resolució com a l'habilitat del sistema per a distingir el detall de l'objecte, comunament expressat en lp/mm (parells de línies per mili-metre). Entenem una imatge de baixa resolució quan el detall es veu borrós i d'alta resolució quan podem diferenciar el detall amb bona nitidesa. Per altra banda, la nitidesa o contrast es podria definir com a la mesura de la separació entre regions blanques i negres. Entenem el contrast com el canvi d'intensitat o brillantor d'un punt a l'altre com podria ser el blanc i el negre en un taulell d'escacs. Una imatge amb el major nivell de contrast seria aquella que presentés un blanc i un negre pur sense cap tonalitat de gris entremig, a mesura que el contrast es redueix, la distinció entre blanc i negre es redueix apareixent així les diferents tonalitats de gris. A continuació es mostra una imatge que presenta una degradació de més a menys nitidesa. (fig.3)



fig.3

Tot això seria tenint en compte que el nostre objectiu és perfecte però a fer servir un sistema de captura com són les càmeres digitals altres factors entren en joc com són l'augment, l'obertura (diafragma), les aberracions i el sensor de la càmera. Llavors tenim limitacions tant a la resolució com al contrast, és per això que s'ha de caracteritzar l'equip sencer ja que no només depenem de l'objectiu sinó de la

combinació d'objectiu+sensor, aquest concepte s'explica àmpliament a l'apartat de la resolució del sistema.

Per a mesurar doncs, la resolució dels objectius, s'ha muntat un dispositiu amb el qual a través dels objectius podem observar el test 1951 USAF que ens permetrà saber quina resolució o quants lp/mm són capaços de resoldre els objectius. de les càmeres.

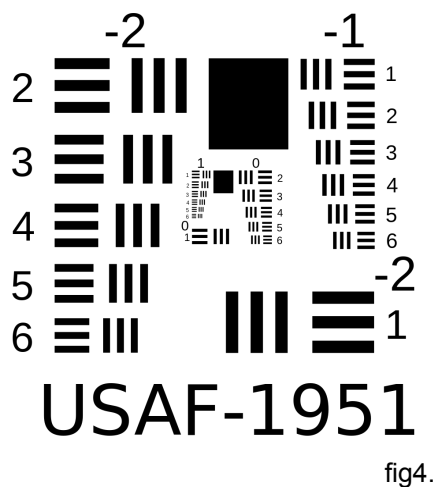


fig4.

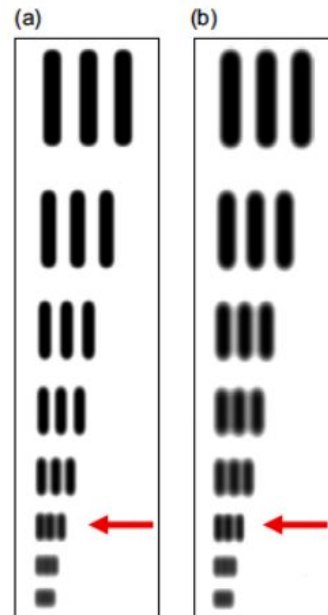


fig.5

A la part superior del text (fig.4) observem una imatge del test USAF 1951 del que s'ha parlat anteriorment. Amb aquest petit test creat amb làser que té un tamany de pocs centímetres, som capaços de calcular resolucions de fins a 228lp/mm.

A la imatge següent (fig.5) mostrem una comparativa entre la resolució i la nitidesa. Podem veure que tant a) com b) resolen el mateix número de línies però no amb la mateixa nitidesa.

Aquest serà el principi utilitzat per a l'observació de la resolució dels objectius.

3.1.1 Estudi de la resolució del sistema Slanted Edge MTF

Tal i com hem citat anteriorment, si el nostre mètode de captació depengués només de l'objectiu, tindríem prou amb el test USAF ja que sabríem quina és la màxima resolució dels objectius. Però també s'ha de tenir en compte la resolució del sensor, de manera que per això utilitzem el test Slanted Edge al qual posteriorment aplicarem la MTF (Modulation Transfer Function) que té en compte la freqüència de Nyquist que ve donada pel pitch del sensor.

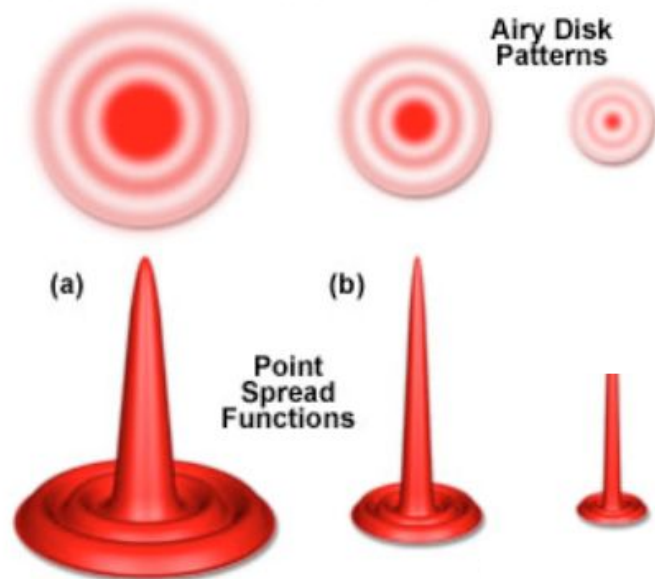
No hem d'oblidar que la llum que passa per l'objectiu no és només un gran raig sinó que són milions de raigs que surten dispersats cap al sensor formant la imatge i aquests raigs no són punts pròpiament dits sinó que tenen una petita modulació a l'hora d'arribar al sensor. La qualitat dels raigs de l'objectiu varien segons el tamany del diafragma degut a la difracció. La capacitat que té el sensor per a distingir aquests raigs (igual que la capacitat de l'objectiu per a resoldre les línies) és el que ens donarà la resolució del sensor i ens dirà si el nostre equip està limitat per la resolució del sensor o per l'objectiu.

Tot això ve donat per la Point Spread Function o PSF que es pot definir com anteriorment com la "qualitat" dels raigs. e

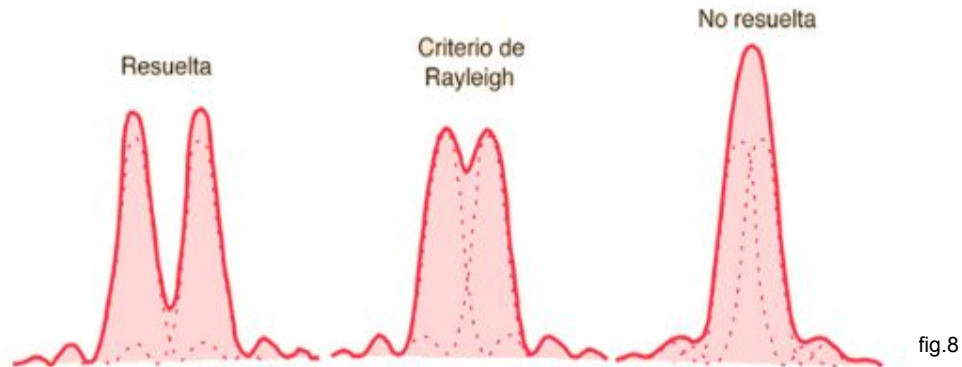
Per a entendre fàcilment aquest concepte utilitzarem el criteri $2p$ que relaciona el disc d'airy (que prové dels raigs que envia l'objectiu) i el tamany dels fotoreceptors del sensor.

Entenem que el dibuix C) de la fig.6 seria el disc d'airy correcte i els altres els afectats per la difracció. Depenent com siguin els fotoreceptors del sensor tindrem una qualitat o una altra. A la fig.7 podem observar l'efecte òptic real que produeix.

Airy Disk Patterns and PSFs from Diffraction



Tornat a la resolució, hem dit que consideràvem el poder de resolució a la capacitat d'un sistema òptic per a diferenciar dues línies o punts extremadament propers. Aquí entra en joc el criteri de Raileigh el qual explica gràficament quan considerem que un parell de línies està o no ben resolt. A la fig.8 podem observar 3 casos que il·lustren un parell de línies molt ben resolt, el límit de resolució (criteri de Raileigh) i un parell de línies no resolt.



A continuació veurem quin efecte té el criteri de Rayleigh aplicat a les càmeres digitals (sensors)

Entenem que quan el criteri de rayleigh és igual a 2 vegades el pitch¹ de la càmera. Per tant la resolució està limitada per l'objectiu. Ara bé, quan el disc d'airy és igual o menor al pitch del sensor llavors el que està limitant la resolució del sistema és el sensor ja que l'objectiu és capaç de discernir raigs més petits que els fotoreceptors. a les figures 9 i 10 podem observar gràficament aquest fenomen.

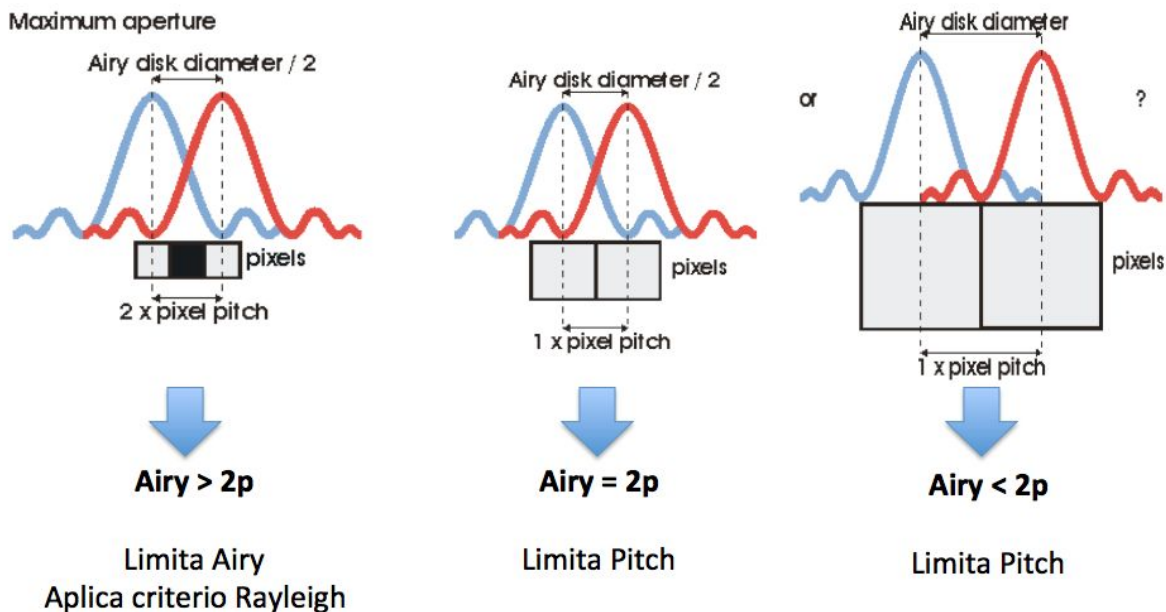


fig.9

¹ pitch: distància des del centre d'un fotoreceptor al següent fotoreceptor.

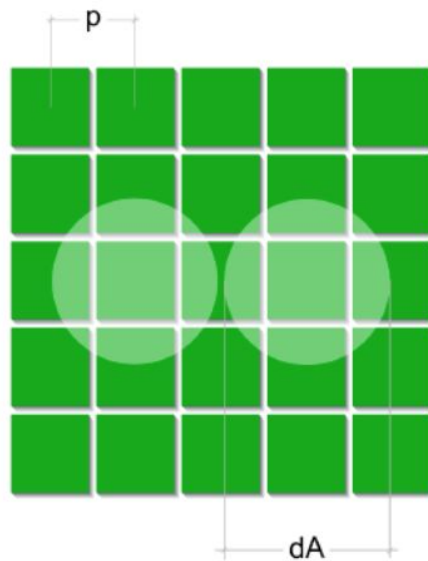


fig.10

Coneixent llavors com es comporta la càmera + l'objectiu, fent fotografies a diferents obertures al test Slanted Edge (fig.11), obrint les fotografies amb tot a zero al Camera Raw amb el perfil adobe 2010i important-ho a Image J sabrem quin es el comportament del nostre sistema i per tant el diafragma òptim al que haurem de disparar les fotografies.



fig.1

3.1.3. Estudi del Rang Dinàmic del Sistema OECF (Test Stouffer)

En termes generals entenem el Rang dinàmic d'un sistema com a la capacitat de reproduir les àrees més clares i més fosques d'una escena que té un sistema concret. Entenent així quin es el rang d'intensitats que és capaç de captar, que va del blanc més pur al negre més fosc.

Tot i això, cap sistema és capaç de cobrir i reproduir el rang d'intensitats al complet.

Per a calcular el rang dinàmic dels sistemes digitals, s'ha utilitzat el test de Stouffer el qual consta de 41 rectangles on cadascun d'aquests, presenta nivells de densitat diferents corresponen a $\frac{1}{3}$ de EV. fig.12



fig.12 Test de Stouffer

A partir de realitzar fotografies i escanejar el resultat obtingut, traçant un plot profile al programa ImageJ obtindrem el rang dinàmic del nostre sistema digital.

3.1.3.2 Densitometria

Degut a que tots aquests càlculs mencionats anteriorment s'han de fer amb l'ordinador, és impossible calcular el rang dinàmic utilitzant eines com Image J. Per això, per a poder calcular el rang dinàmic de la pel·lícula, s'ha emprat un densitòmetre que com el seu nom indica s'encarrega de mesurar la densitat del negatiu fet que analitzant les dades obtingudes ens i tenint com a referència que cada valor de 0.3 equival a $\frac{1}{3}$ d'exposició tal i com presenta el test stouffer sabrem de quin rang dinàmic disposa la pel·lícula disparada.

Tot i això, degut a no disposar de d'un objectiu macro ni de tubs d'extensió suficientment llargs com per a aproar la càmera i fotografiar el test stouffer de manera que ocupés una superfície suficientment gran per a calcular la densitat del negatiu, es va crear un test d'stouffer casolà mitjançant l'ajuda de filtres de densitat neutra (fig.13) que també substreien cadascun d'ells d'1EV de manera que regulant i reduint la potència de flash $\frac{1}{3}$ a cada fotografia podíem fer una gradació tonal igual que la del test d'Stouffer.

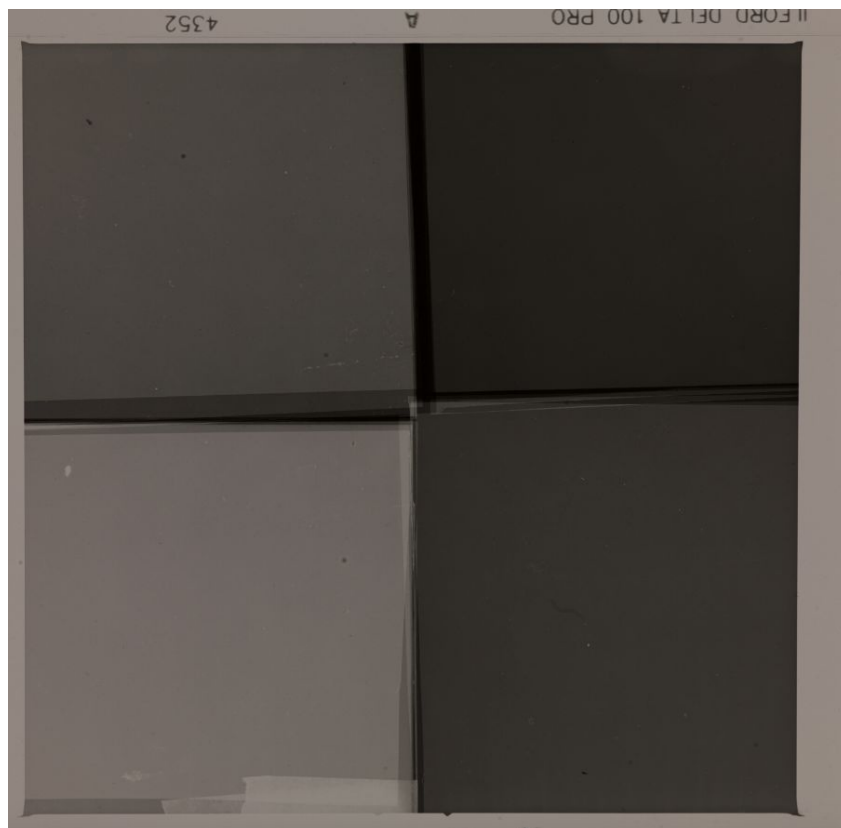


fig.13

Mitjançant aquesta disposició i augmentant el nombre de filtres per a reduir l'exposició, es varen aconseguir aconseguir l'equivalent a 36 graons de l'escala del test Stouffer.

3.2 Caracterització Hasselblad 500C/M

L'equip analògic triat per a la realització del treball ha sigut la càmera Hasselblad 500C/M(fig.14) amb l'objectiu Carl Zeiss Planar 80mm f/2.8 T*. S'ha triat aquest model de càmera perquè és de format mig, el format utilitzat per als professionals quan es treballava amb pel·lícula (més que el pas universal o 35mm) que donava uns negatius de 6x6cm en comparació amb els de 24x36mm del pas universal, fet que es tradueix amb una millor qualitat d'imatge degut també a una major àrea de captura. L'objectiu utilitzat ha sigut el 80mm ja que era l'objectiu *standard* que sempre es solia comprar amb la càmera, per tant és fer una comparativa real entre objectius i càmeres d'us comú en el món professional de la fotografia però en diferents èpoques.

La pel·lícula utilitzada, ha sigut Ilford Delta 100 que és una pel·lícula moderna, de baixa ISO, per tant amb un gra més fi i més resolució ja que es tracta d'una emulsió amb un gra tabular i no convencional. La diferència entre emulsions és només en la forma i distribució que tenen els halurs de plata de la pel·lícula. En les emulsions tradicionals aquests halurs tenen una forma i distribució sobre la base aleatòria mentre que amb les emulsions modernes o *T-films* aquests, tenen formes hexagonals i estan col·locats l'un al costat de l'altre augmentat així la superfície de plata exposada a la llum i també la resolució d'aquesta.

Tot i haver-se posat en contacte amb Harman Technology, no s'ha aconseguit cap dada referent al poder de resolució de la pel·lícula. El que sí que s'ha pogut calcular ha sigut el rang dinàmic mitjançant una densitometria i el poder de resolució de l'objectiu 80mm mitjançant el test USAF. A partir d'aquí s'ha pogut comparar quina diferència de resolucions hi havia entre diferents sistemes.



fig.14

Tal i com s'ha citat anteriorment, el primer pas realitzat per a calcular la resolució de l'objectiu de la Hasselblad va ser muntar un dispositiu de manera que ens permetés observar el test USAF a través de l'objectiu(fig.15), canviant l'obertura per a comprovar el canvi en nitidesa i resolució degut a la difracció i saber quants lp/mm és capaç de reproduir.



fig.15

Cal afegir també que degut a la distància mínima d'enfocament de l'objectiu de la Hasselblad, es varen realitzar les MTF i les observacions de la resta de sistemes sota els mateixos augments ja que llavors les condicions fóssin les mateixes per a totes les anàlisis.

Així doncs el Carl Zeiss 80mm f/2.8 T* es va observar a 0.68m o (68cm) la qual és la distància mínima d'enfocament i equivaldria a una distància de retrat pel que necessitariem detall.

Observant el test es varen obtenir els resultats següents:

f/#	USAF #	Resolució
f/2.8	5.2	35.9 lp/mm
f/4	5.2	35.9 lp/mm
f/5.6	4.4	22.6 lp/mm
f/8	4.1	16 lp/mm
f/11	3.4	11.3 lp/mm

Es va calcular el rang des de f/2.8 a f/11 ja que a partir de 11 la difracció és tan gran i aparent que la qualitat d'imatge està greument afectada i per tant estaria fora dels standards de qualitat que hem estipulat.

Aquests resultats ens mostren que a partir d'f/5.6 la difracció comença a ser molt aparent i tenim una reducció en la qualitat d'imatge mentre que a obertures grans obté bons resultats no hem tingut en compte les aberracions ni les distorsions que es corregeixen baixant diafragma. Agafant un terme mig direm que el diafragma òptim sense aparents aberracions ni difracció seria f/5.6 tot i que amb menor profunditat de camp podriem disparar a f/4 i 2.8 sens preocupar-nos. Tenint en compte aquests valors podem fer la comparativa de la qualitat d'imatge amb els altres sistemes i si tenim pèrdua de qualitat a l'hora de digitalitzar.

Per a l'estudi del rang dinàmic, tal i com està citat anteriorment, al no disposar d'un tub d'extensió suficientment llarg per a crear una imatge prou gran sobre el negatiu i poder analitzar-la amb el densitòmetre, es va crear un test (fig.16) d'stouffer mitjançant filtres ND equivalents a 1 pas però reduint la intensitat de llum $\frac{1}{3}$ de EV amb el flash,



fig.16

Un cop fotografiat el test creat i el test slanted edge que comentarem a l'apartat de resultats ja que aquest test només es pot comparar entre els medis de captació digitals, es va revelar la pel·lícula.

La idea principal del treball era portar-la a revelar a un laboratori fotogràfic de la ciutat de Barcelona però degut a la naturalesa de l'experiment el qual va enfocat a un públic concret i tenint en compte que l'alumne revela constantment a casa es va decidir revelar el rodet personalment.

Els químics i característiques del revelat varen ser les següents²:

- Pel·lícula: Ilford Delta 100
- Revelador: Kodak D76
- Solució: 1+1
- Temperatura 23.5°C
- Inversions de 10" cada minut amb 1 minut inicial d'inversions continues
- Stop bath durant 1 minut (Tetenal Stop Bath 1+25)
- Fixat durant 5 minuts amb Tetenal Superfix Plus (1+4)

Tal i com hem veiem a la fig.16 , es va obtenir un negatiu amb 4 tonalitats diferents que simulaven el test de Stouffer.

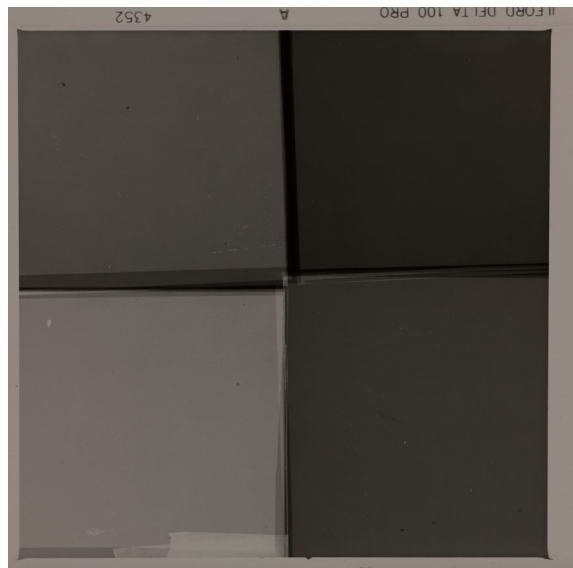


fig.16

² Cal dir que el revelador emprat no està pensat per a emulsions Tabulars i la temperatura potser va ser un tant elevada. Per a fer un estudi seriós del rang dinàmic es necessitarien varies mostres amb diferents reveladors, dissolucions, temperatures i patrons d'inversió diferents ja que tots aquests factors influeixen en el resultat final del negatiu.

Els resultats obtinguts de la mesura de densitat (taula.1) entre els 36 pedaços variava entre 0.08 OD i 2 OD. Si tenim en compte que cada 0.3 OD equival a 1 pas, obtenim que la pel·lícula Delta 100 revelada amb D76 (1+1) a 23.4°C té un rang dinàmic de 6.6EV

2	1.43	0.81	0.37	0.13	0.08
1.92	1.33	0.71	0.26	0.13	0.07
1.78	1.17	0.70	0.22	0.12	0.06
1.65	1.03	0.67	0.18	0.12	0.054
1.58	0.94	0.50	0.16	0.11	0.045
1.51	0.87	0.45	0.16	0.10	0.032

taula.1

3.3 Caracterització Phase One P65+

El dispositiu de captació Phase One P65+ consta de la càmera i un respalller digital de 65mp i l'objectiu Phase One 120mm f/4 macro. A continuació es mostren les característiques tècniques i una fotografia de l'equip.(fig.16.17)



fig.16

P 65+


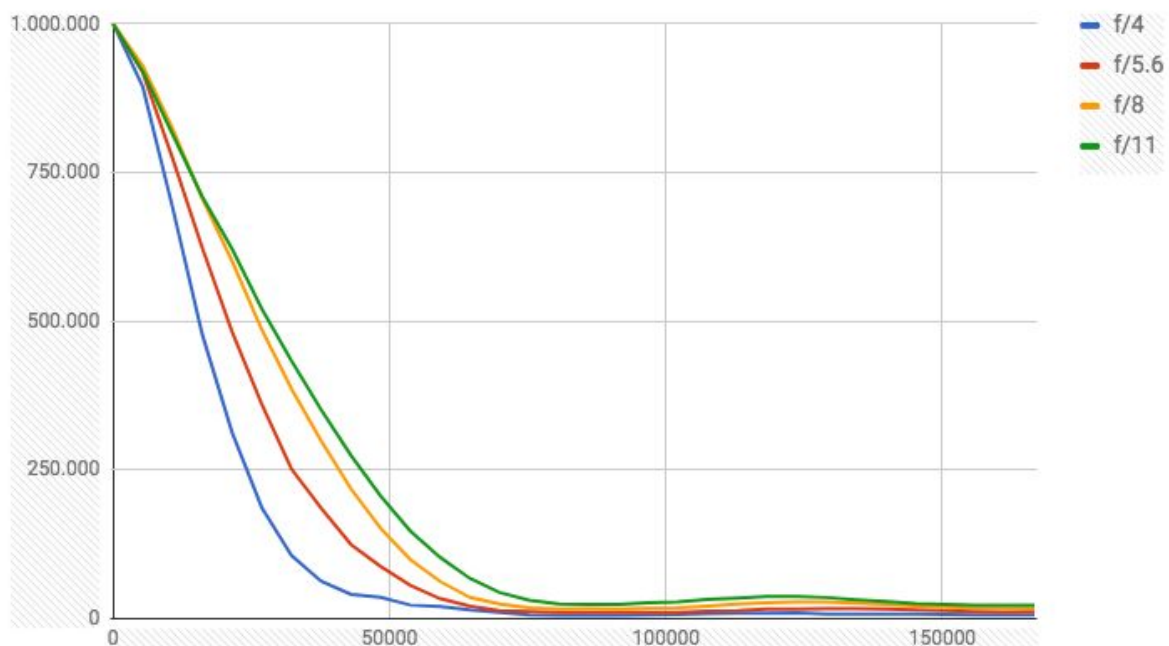
Description	World's first full frame medium format digital back, featuring Sensor+ with a choice of 60.5 megapixels for finest resolution or scaled full frame captures for fast workflow and low light versatility.	
Sensors		
Lens Factor	1.0	
CCD size effective	53.9 x 40.4 mm	
Active pixels	8964 x 6732	
Pixel size (micron)	Full res. 6 x 6	Sensor+ 12 x 12
Resolution (megapixels)	60.5	15.0
Light sensitivity (ISO)	50-800	200-3200
Exposure time	1/10.000 – 1 minute	
Image quality		
Capture time (frames per sec.**)	1.0	1.4
Battery Lifetime (up to captures/up to stand-by time*)	2000 / 3	
Image buffer	1.3 GB High Speed RAM	

fig.17

Per a la caracterització del sistema Phase one, Degut a no tenir suport per a l'objectiu no es va poder calcular el el nombre de lp/mm total que pot resoldre l'objectiu, tot i això amb la MTF tenim més que suficient per a saber la resolució total del sistema i quin serà el diafragma límit.

La MTF igual que amb la Hasselblad, es va disparar amb l'objectiu a la mateixa distància de 0.62m. il·luminat uniformement i amb el rang de diafragmes de 4 a 11 ja que la màxima obertura és 4 i a f/16 la difracció ja és aparent.

MTF Phase One



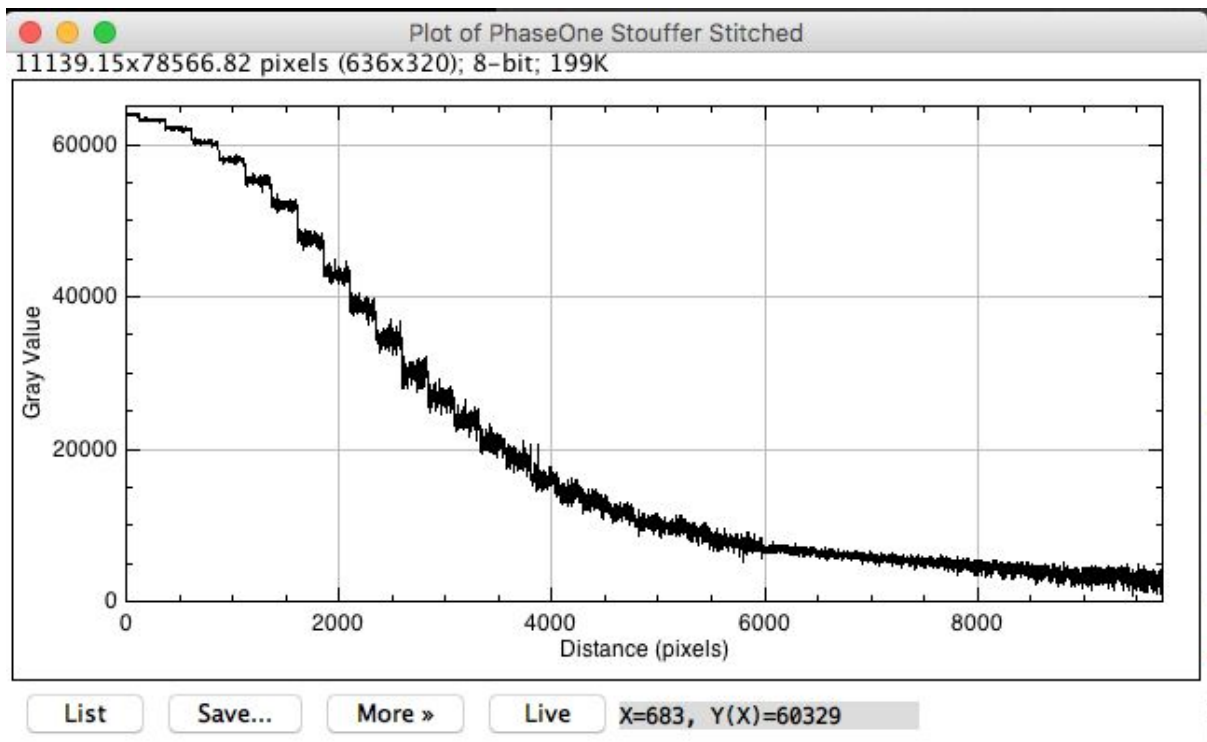
Gràfic.1

Observant el *gràfic 1* observem que f/11 és el diafragma on tenim un millor resultat i que a aquests augments f/4 ens dona un resultat dolent.

Pel que fa al rang dinàmic de la càmera, tal i com s'ha mencionat s'ha fotografiat el test de Stouffer(fig.18) i mitjançant el programa ImageJ s'ha calculat un profile plot de manera que ens fa possible obtenir gràficament els resultats.



fig.18



Observem una canvi de 30 graons en el gràfic,i tenint en compte que cadascun d'aquests equival a $\frac{1}{3}$ de EV ens dona un rang dinàmic d'uns 10-11 passos.

3.4 Caracterització Sony A7ii

Per a la càmera de 35mm Full Frame es va triar la Sony A7ii ja que actualment és una de les millors càmeres del mercat i s'ha tingut accés a ella per a realitzar l'estudi. A continuació es mostren les especificacions de la càmera i una fotografia de la mateixa. (fig.19.20)

Sensor	
Max resolution	6000 x 4000
Other resolutions	6000 x 3376, 3936 x 2624, 3936 x 2216, 3008 x 1688, 3008 x 2000
Image ratio w:h	3:2, 16:9
Effective pixels	24 megapixels
Sensor photo detectors	25 megapixels
Sensor size	Full frame (35.8 x 23.9 mm)
Sensor type	CMOS
Processor	Bionz X
Color space	sRGB, AdobeRGB
Color filter array	Primary color filter
Image	
ISO	100-25600

fig. 19 i 20



Es va muntar l'objectiu Nikon al banc òptic per a buscar la resolució d'aquest mitjançant el test USAF (fig.20-21).

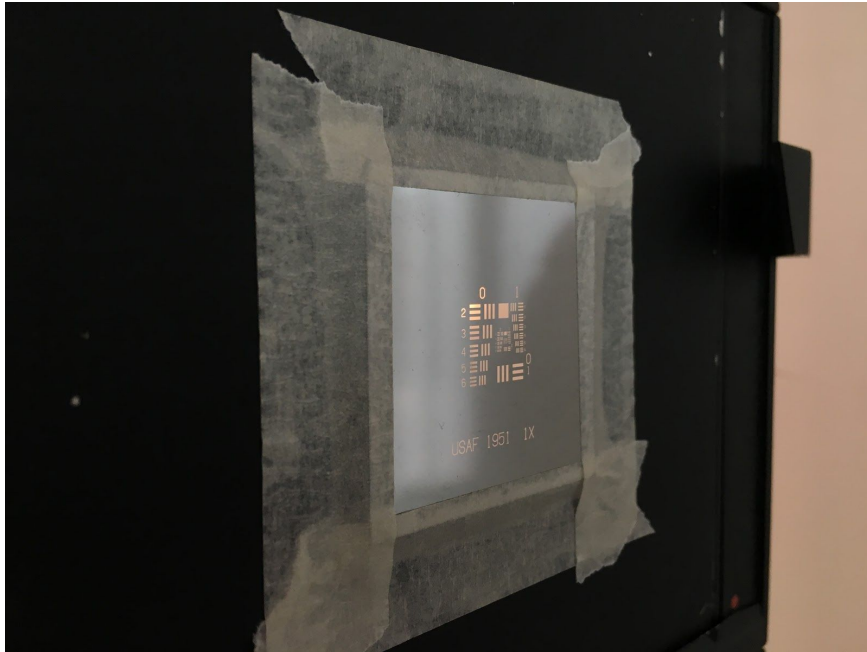


Fig.20



Fig.21

Els resultats obtinguts van ser:

f/1.4	5.6	57lp/mm
f/2	5.6	57lp/mm
f/2.8	5.3	40.3lp/mm
f/4	4.6	28.5lp/mm
f/5.6	4.4	22.6lp/mm
f/8	4.1	16lp/mm
f/11	3.3	10.1lp/mm

El diafragma òptim llavors seria entre f/5.6 i f/11 ja que entre f/1.4 i 2.8 l'objectiu presentava unes aberracions que feien impossible utilitzar-los per a feina tècnica.

La MTF del sistema(fig.23) es va realitzar dues vegades essent la primera a la mateixa distància d'enfocament 0.6m que la Hasselblad i una altra amb l'anell d'extensió(fig.24) ja que serà la manera en com es digitalitzarà. Al tenir un major augment s'ha de calcular la MTF una altra vegada ja que la difracció serà més aparent.

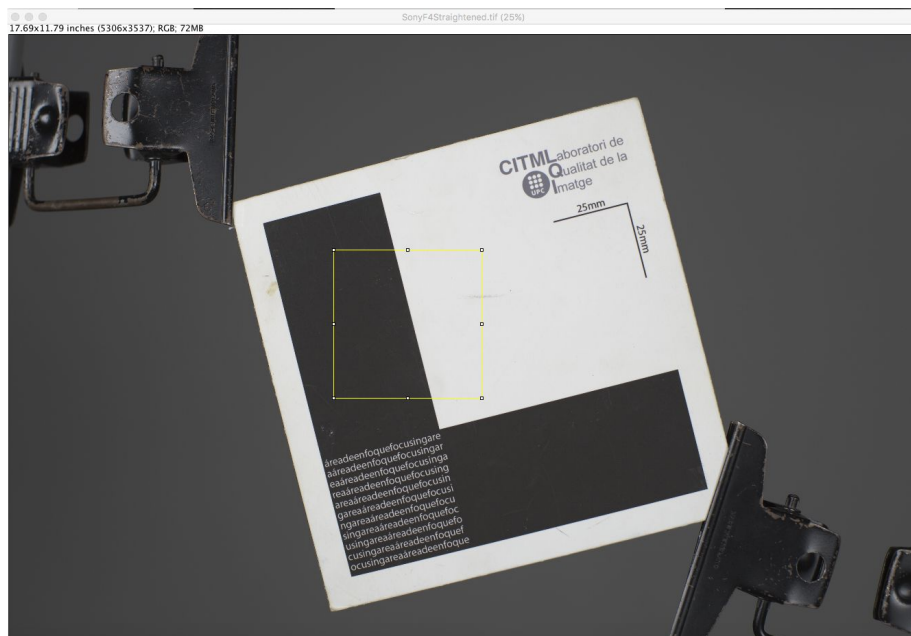


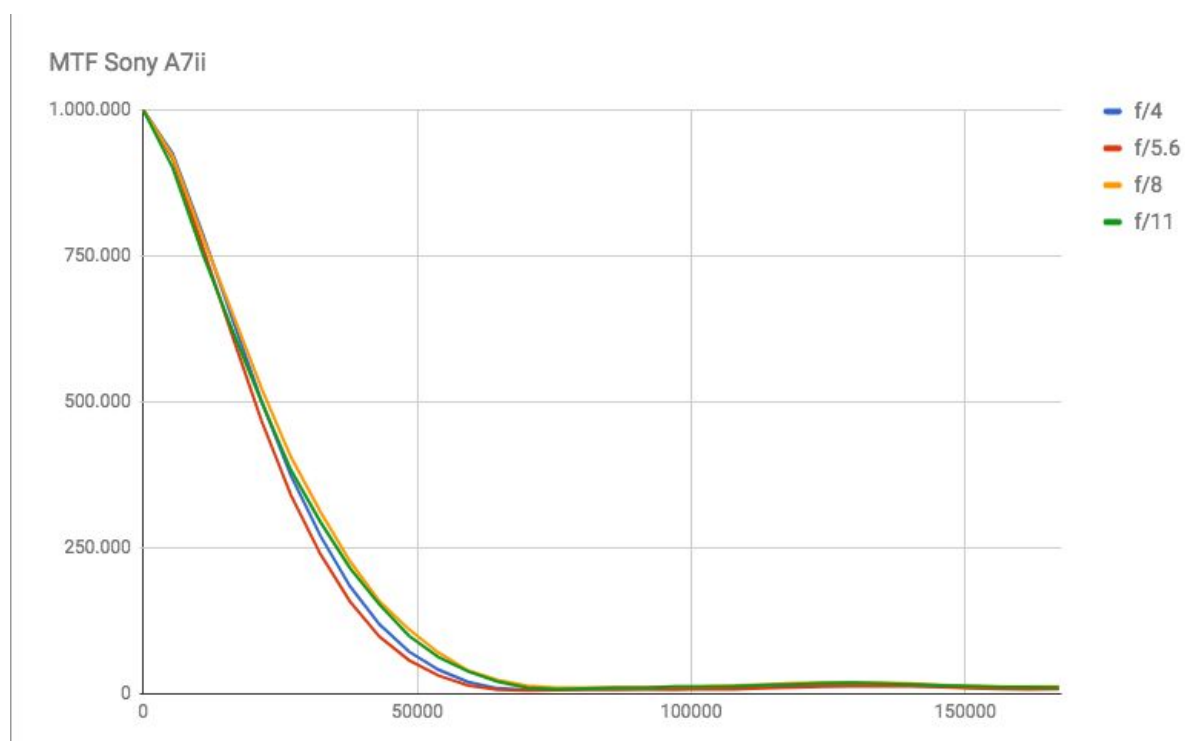
fig.23



retall de la captura de pantalla del test Slanted Edge fet amb el tub d'extensió

A continuació es mostren els resultats de les MTF normal i Macro. (fig.24 i 25)

fig.24



MTF Sony A7ii Macro

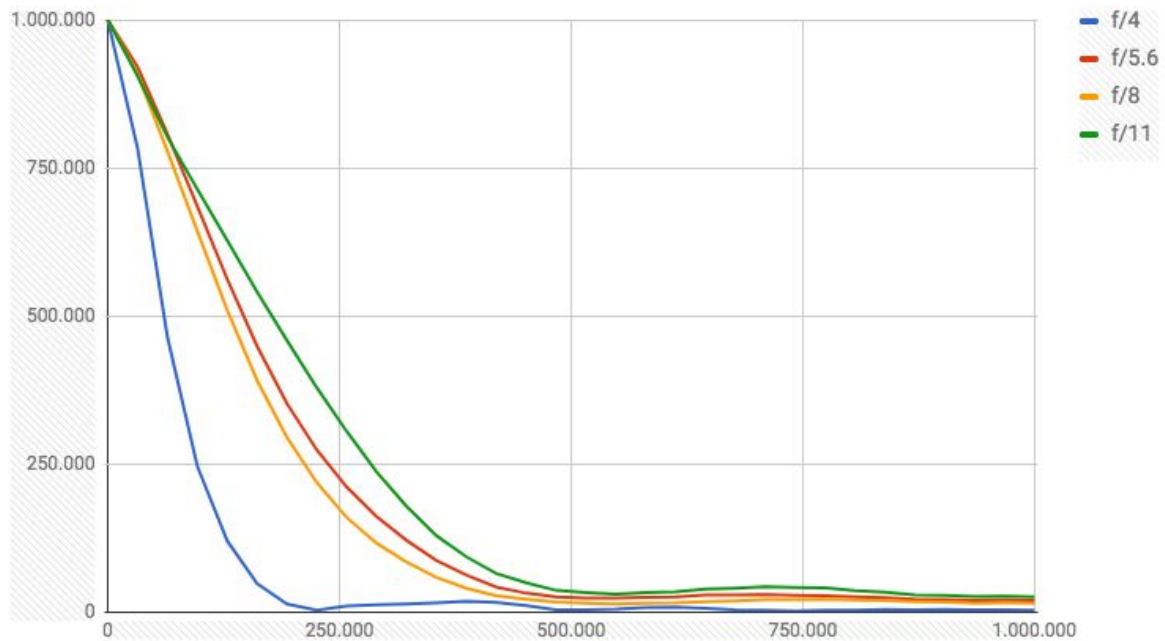


fig.25

Observem clarament una pèrdua en la qualitat d'imatge a l'hora d'utilitzar l'objectiu en un rang d'augments per al qual no està dissenyat a f/4 resol la meitat de detall que a la distància pensada per a ser utilitzat. Així i tot, f/11 sembla ser el diafragma òptim per a realitzar les digitalitzacions. Mentre que a augmentos normals f/8 seria l'adequat.

Pel que fa al rang dinàmic de la càmera fotografiant i analitzant el test es va obtenir que la càmera és capaç de capturar un rang dinàmic de 25 variacions el que és equivalent a uns 9-10EV(fig.26)

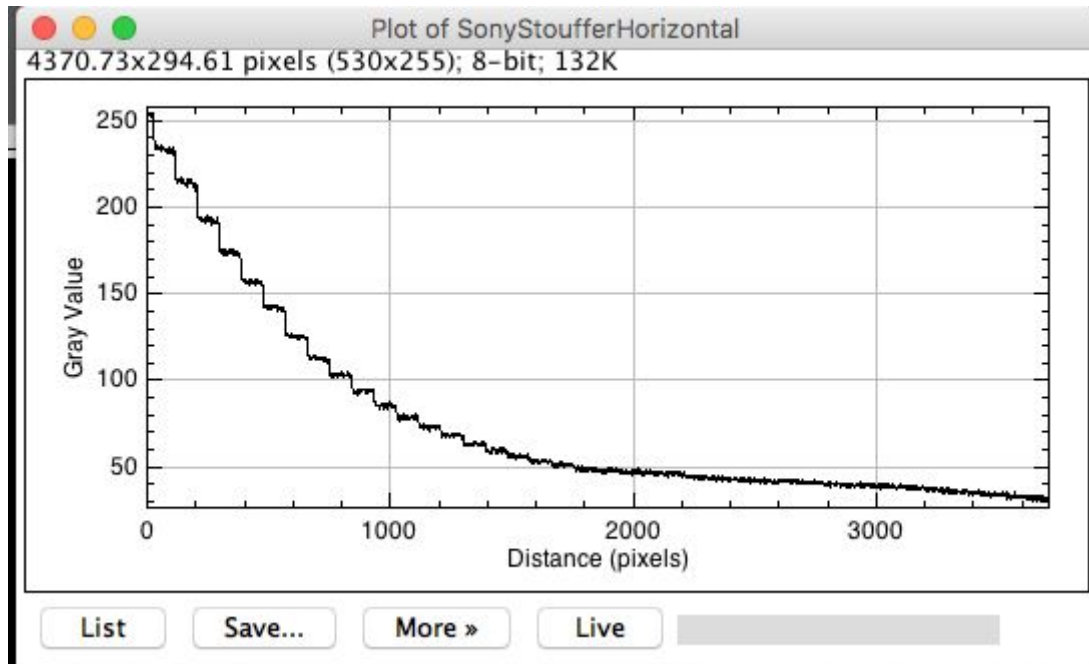


fig.26

3.5 Caracterització Epson V800

La caracterització dels escàners donaria per a un treball sencer tot i això, per aquest treball ens hem centrat en les especificacions donades pel fabricant i només en hem centrat en un programa i configuració de digitalització, concretament: SilverFast AI 8.8.

Aquest és un model d'escàner conegut com a flatbed i actualment és considerat un dels millors del mercat en aquesta categoria. Segons el fabricant les especificacions són:

Scanner Type:

Flatbed color image scanner

Photoelectric Device:

Alternative 6 lines color Epson MatrixCCD®

Optical Resolution:

- Epson Dual Lens System
- 4800 dpi and 6400 dpi

Hardware Resolution:

- 4800 x 9600 dpi
- 6400 x 9600 dpi with Micro Step Drive™ technology

Maximum Resolution:

12,800 x 12,800 dpi

Color Bit Depth:

48-bits per pixel internal / external¹

Grayscale Bit Depth:

16-bits per pixel internal / external¹

Effective Pixels:

- 40,800 x 56,160 (4800 dpi)
- 37,760 x 62,336 (6400 dpi)

Maximum Scan Area:

8.5" x 11.7"

Light Source:

ReadyScan LED technology

Scanning Speed:

- High-speed mode: 4800 dpi
- Full Color: 12.3 msec / line (approx.)
- Monochrome: 12.3 msec / line (approx.)

Optical Density:

4.0 Dmax

Tot i que es pugui creure o no, la resolució que ens dona el fabricant, és relativa ja que tot dependrà de l'alçada a la que es col·loquin els suports del negatiu, la curvatura de la pel·lícula ja que mai està 100% plana, el software que s'utilitzi etc. Tenint en compte el que ens diuen sabem que el nostre escàner té una resolució de 9600dpi la qual sigui probablement la meitat a la pràctica. I amb l'ajuda del test Stouffer hem escanejat i calculat el rang dinàmic. (fig.27i28)



fig.27

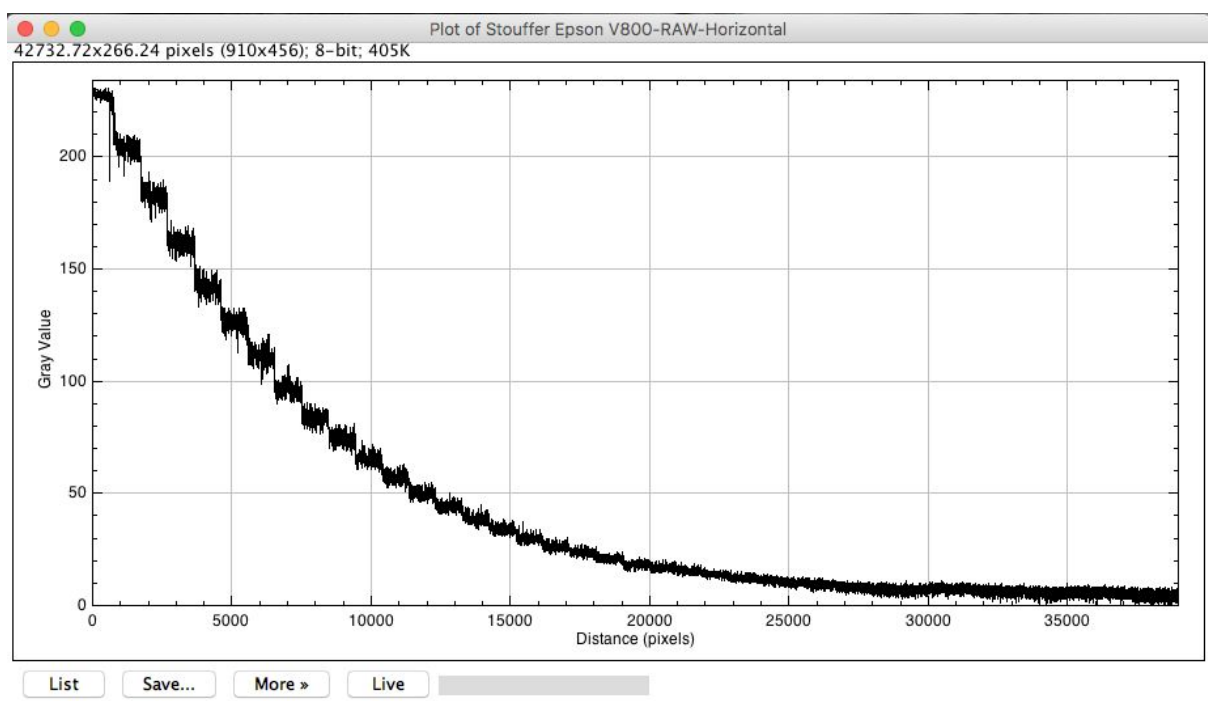


fig.28

Podem comprovar que l'escàner aconsegueix capturar 22 graons de densitat que són equivalents a 7.6EV.

4.Digitalització: Resultats

Un cop revelats els negatius, es va procedir a la digitalització amb els sistemes de captació. En aquest apartat del treball es mostren els resultats obtinguts de cadascun d'aquests sistemes.

4.1.Resultats Phase One

En el gràfic següent (fig.29) es mostra la MTF de l'escaneig del test slanted edge MTF fotografiat amb la Hasselblad, digitalitzat amb el sistema Phase One p65+ i l'objectiu 120mm f/4 macro i disparat a f/11 ja que va ser el diafragma òptim obtingut.

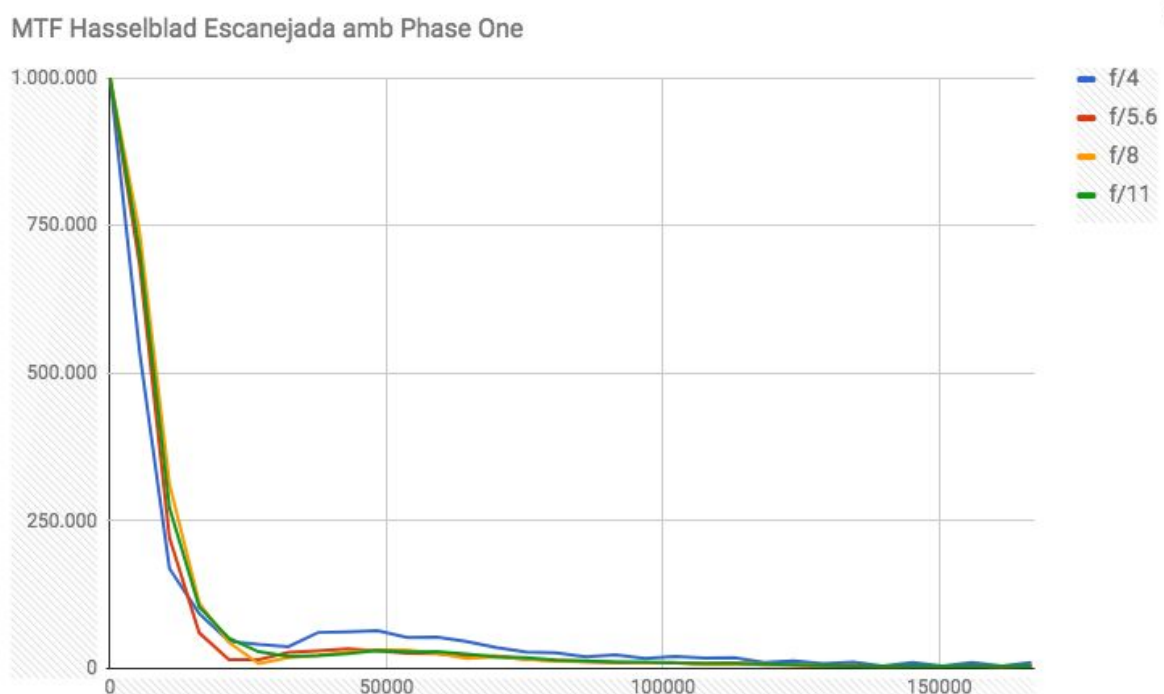


fig.29

Els resultats obtinguts (que es comentaran a l'apartat següent) ens mostren que el comportament del sistema Hasselblad mostra una degradació comú amb els altres. Tot i que crida l'atenció que estiguem obtenint uns valors menors als que s'han obtingut amb els sistemes digitals.

4.2. Resultats Sony A7ii

El gràfic a continuació (fig.30) mostra el gràfic amb els resultats obtinguts del test Slanted Edge MTF utilitzant com a sistema de digitalització la Sony A7ii amb l'objectiu Nikkor 50mm f/1.4 AId i els tubs d'extensió i disparat a f/11 ja que al haver digitalitzat amb els tubs d'extensió s'han tingut en compte els resultats obtinguts amb el test macro.

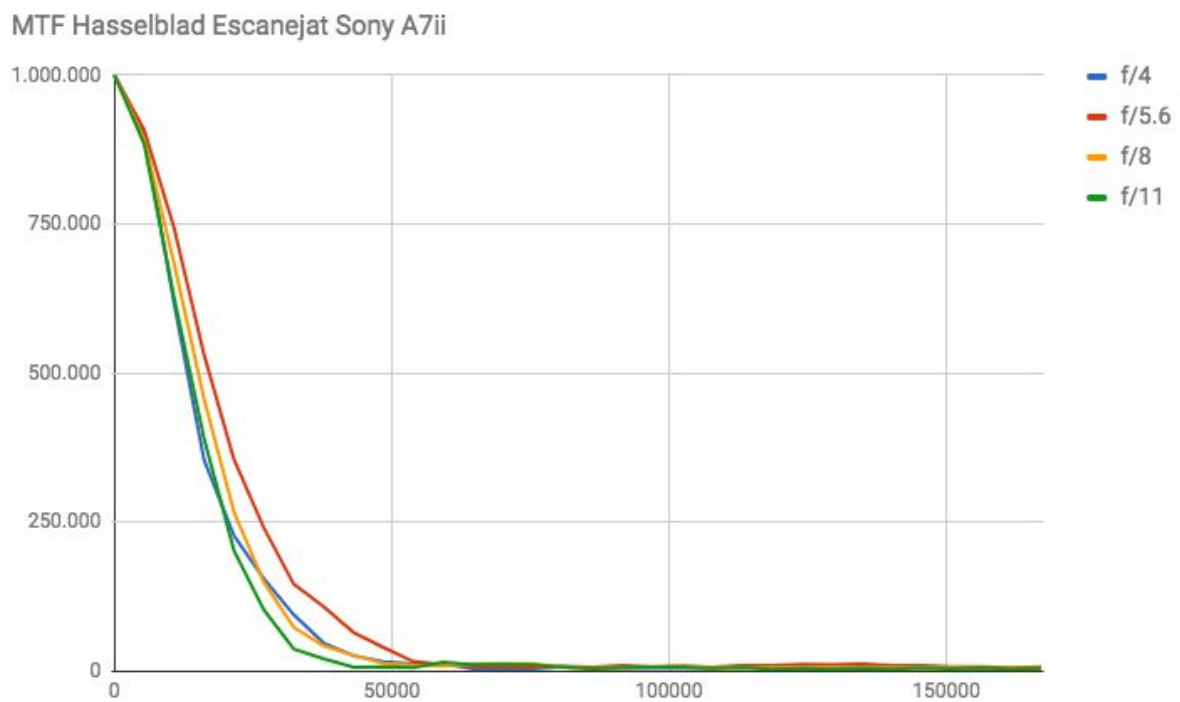


fig.30

4.3 Resultats Epson V800

Els escanejos(fig.32) amb l'Epson V800 tal i com s'ha citat anteriorment es varen realitzar amb el programa SilverFast 8.8. a una resolució de 4800ppi ja que s'ha volgut evitar la interpolació. Per a obtenir una millor qualitat es va escanejar a 24 bits i finalment es va exportar a 8bits per a tenir el format igual que les càmeres, tot i que l'escaner es capaç d'exportar a 48 i 64 bits(fig.31) en color i 36 i 24 bits en blanc i negre. Així com també dona l'opció de fer una d'HDR en el que combina 3 escanejats successius (1 per canal) i exporta l'arxiu en format DNG el qual és perfecte per a labors de digitalització i emmagatzament de patrimoni ja que ens dona un arxiu "RAW" el qual podem editar com si es tractés d'un RAW de càmera.

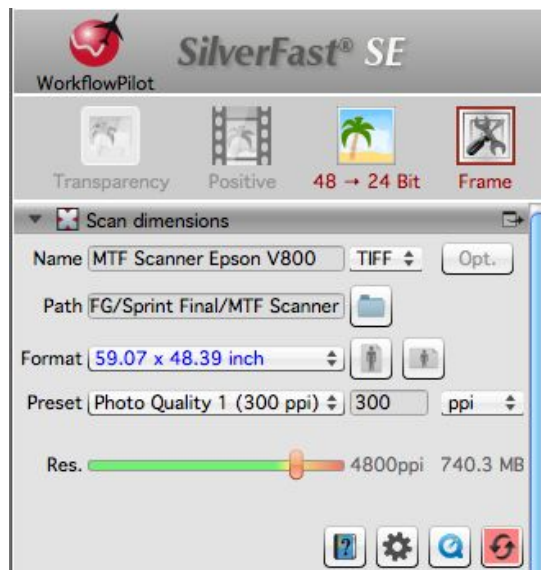


fig.31

Hasselblad MTF Epson V800

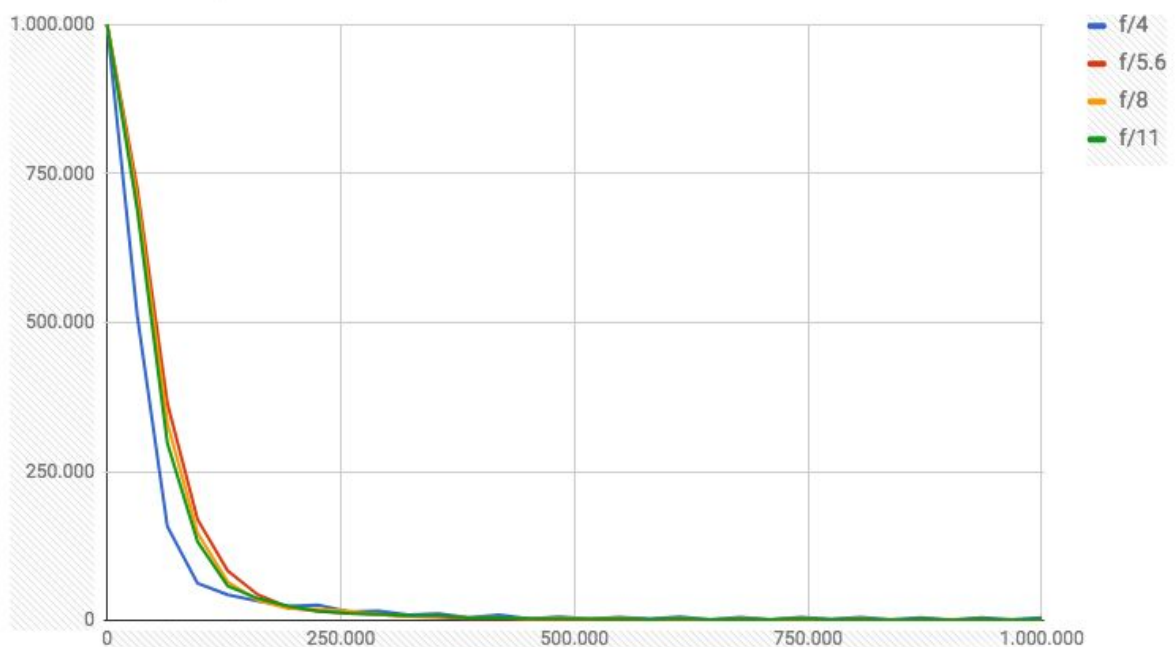


fig.32

5. Anàlisi i comparació

Observem primer de tot que més o menys cadascun dels dispositius presenta una reproducció semblant de la imatge tot i que l'escàner es veu un pel inferior a la resta.

Podem veure als resultats obtinguts que dels 3 sistemes, els dos que tenen uns resultats més estables són l'Epson V800 i la Phase One (fig.33)

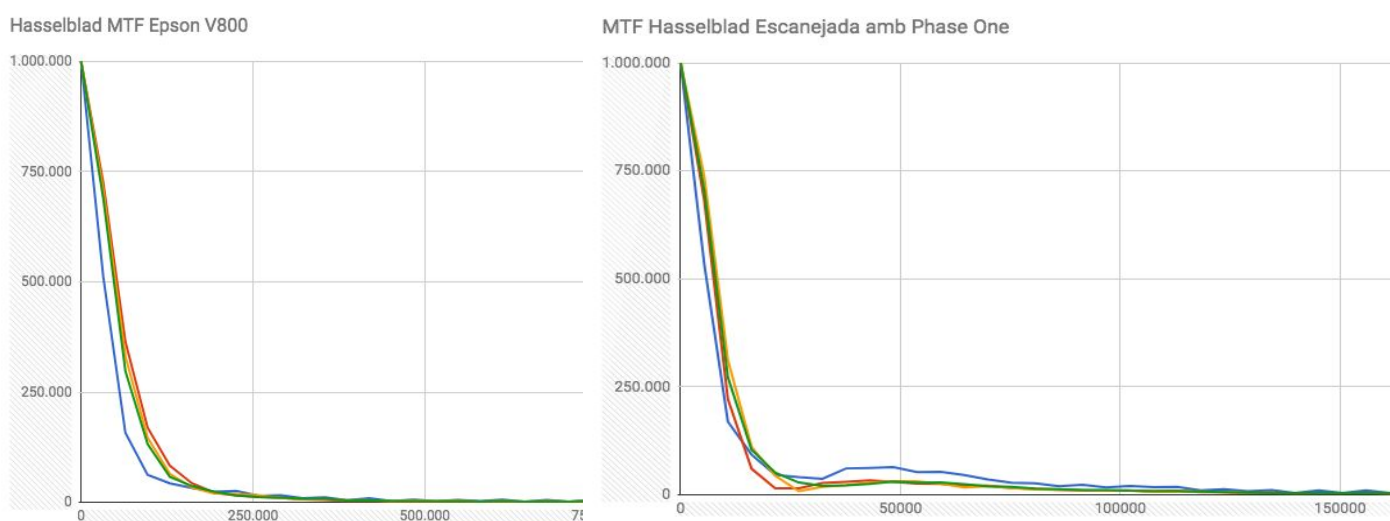


fig.33

Tot i això aquesta no seria una bona comparativa ja que en el cas de l'escàner la resolució en ha vingut donada en cycles/px mentre que a la de la Phase One hem obtingut lp/mm. Per això s'ha repetit la MTF de la Phase One i s'ha obtingut la gràfica equivalent a cycles/px(fig.34)

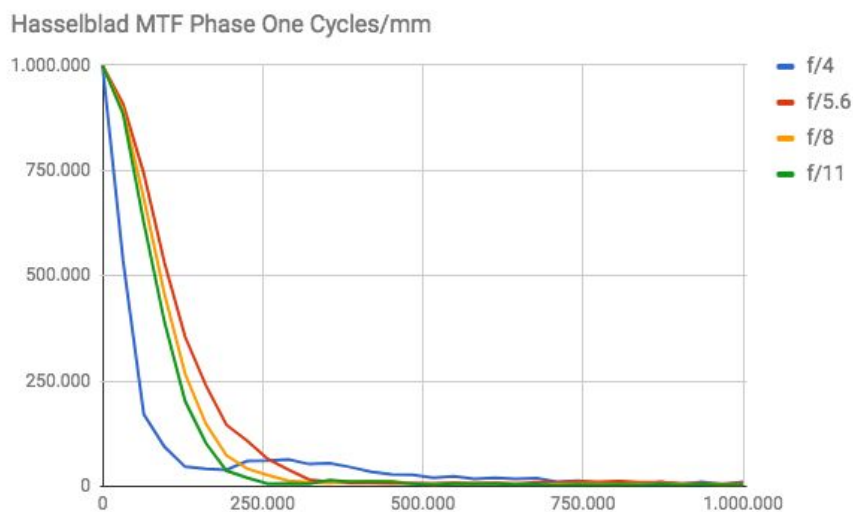


fig.34

Observem igualment que tot i mostrar unes corbes més semblants, el poder de resolució de la phase one en comparació és molt superior al de l'escàner ja que és capaç d'arribar a 0.2cycles/px mentre que el màxim al que arriba l'escàner es 0.13 en el millor dels casos. (fig.34 i 35)

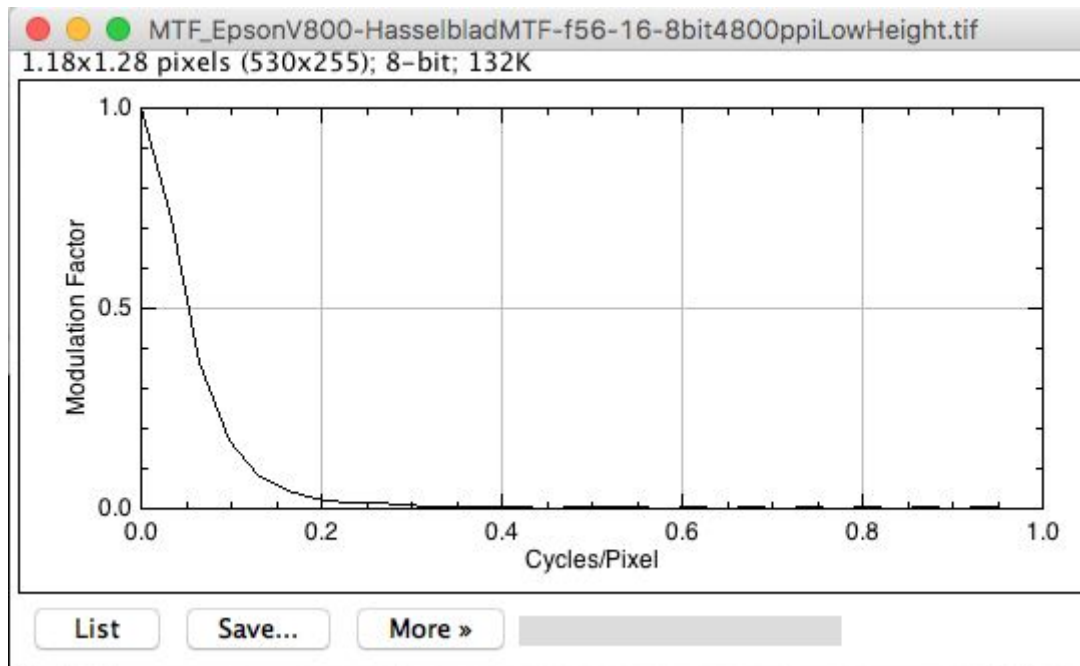


fig.34

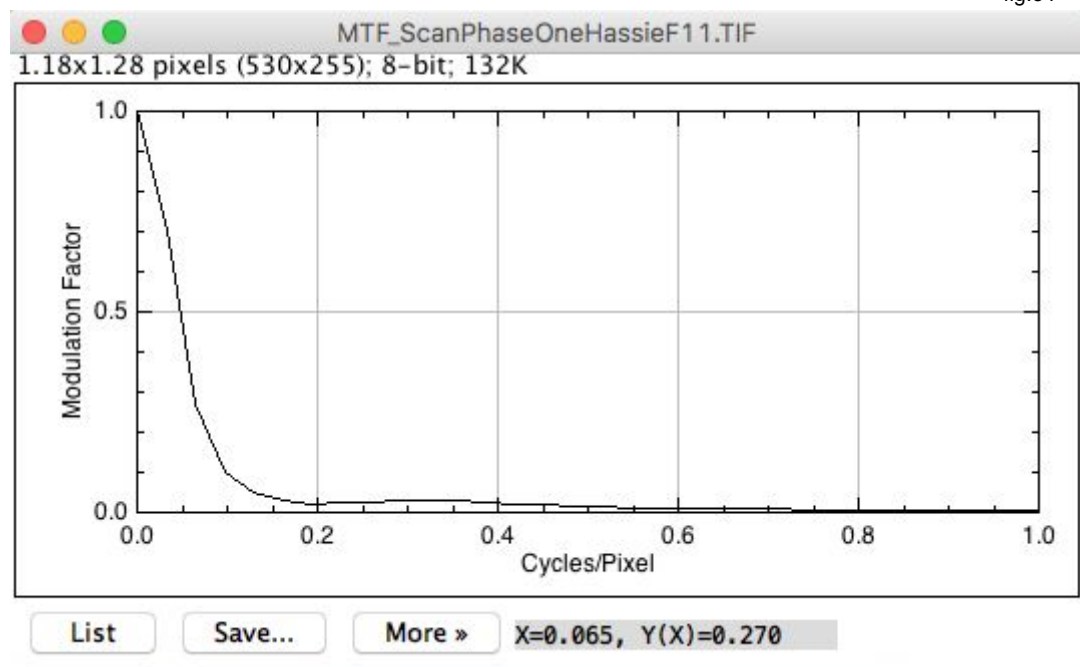


fig.35

Qui presenta uns resultats més discordants és la Sony A7ii amb el 50mm i els tubs d'extensió ja que observant la gràfica es fa evident que al treballar a uns augments pels quals l'objectiu no està dissenyat, les aberracions i imperfeccions de l'objectiu són molt més evidents. Tal i com podem observar a f/4 presenta una aberració tant gran que desapareix al tancar diafragma i a partir de 5.6 la difracció és tant aparent que minva la qualitat d'imatge(fig.36).Fet que també és present quan ho caculem en cycles/px.(fig.37) Tot i això el poder de resolució continua sent molt alt.

MTF Hasselblad Escanejat Sony A7ii

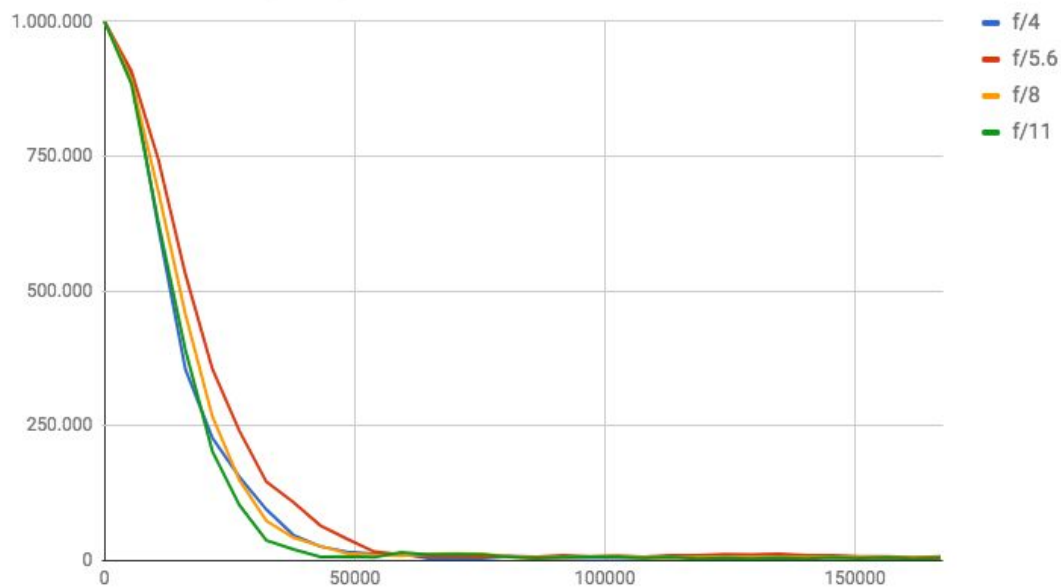


fig.36

Hasselblad Sony A7ii Cycles/px

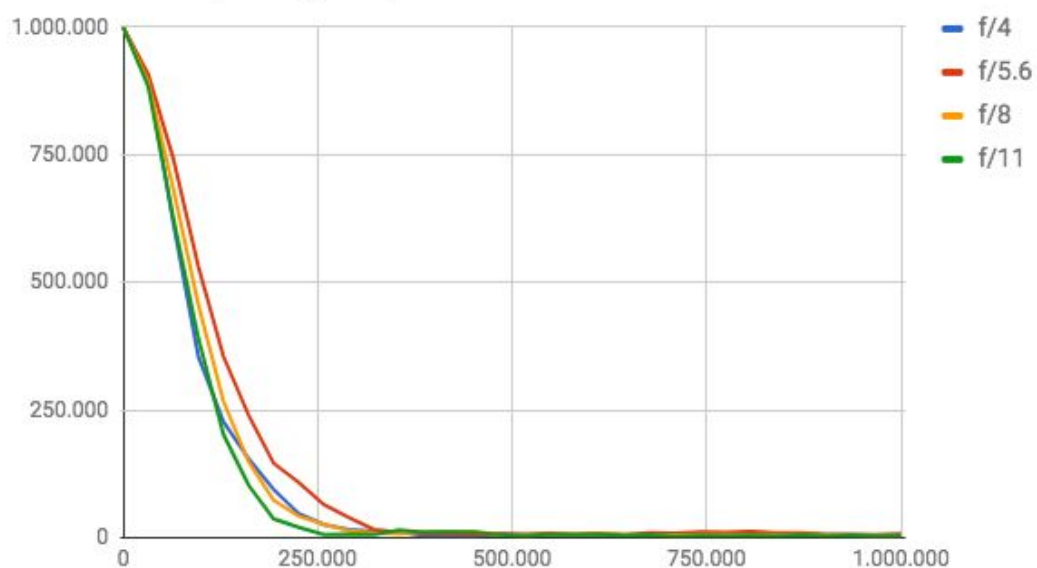


fig.37

Posant en comú les gràfiques obtingudes en cycles/mm obtenim que l'escaner està per sota de les dues càmeres mentre que entre les dues hi ha una empat en el resultat calculat en cycles/mm (sense tenir en compte el pitch).(fig.38)

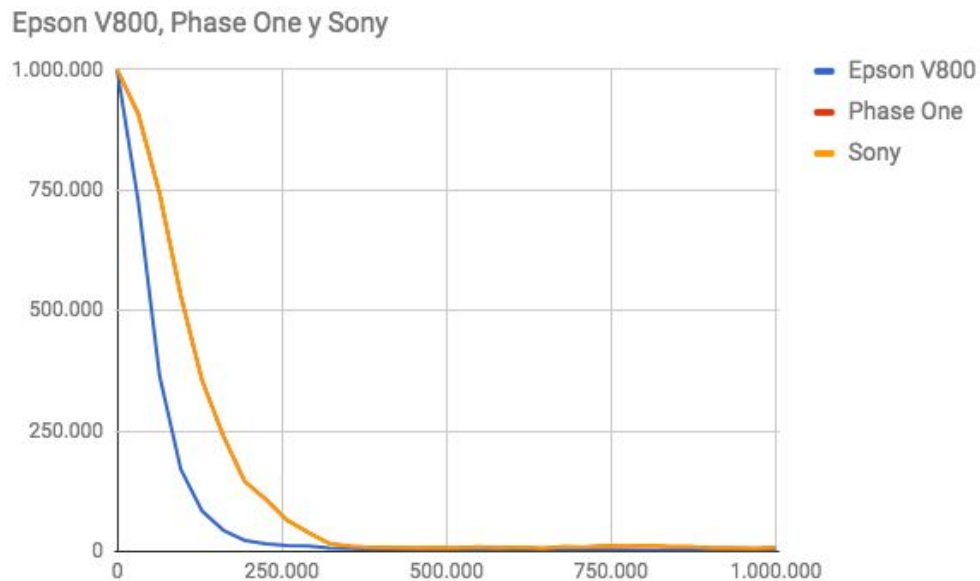


fig.38

Tot i això a l'hora de tenir en compte el pitch de les càmeres i els fotoreceptors i recalculant les MTF en lp/mm obtenim que la Sony(fig.40) és capaç de resoldre un pel més més de detall que la phase one(fig.39). Probablement vingui donat degut a tenir un pitch més petit i que al fer ús de tubs d'extensió la distància a la qual es va poder enfocar era menor que a la que podia la Phase One. Tot i això, per a fer una anàlisi més rigorosa, s'haurien d'estudiar les dues càmeres amb objectius macro per a poder fer una comparativa en igualtat de condicions.

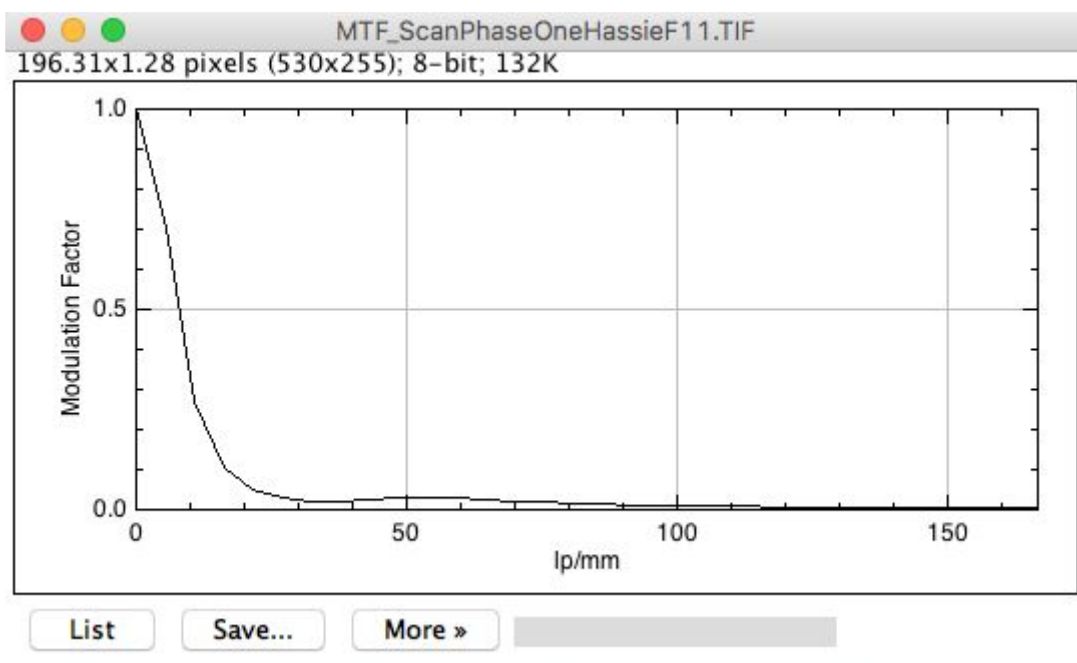


fig.39

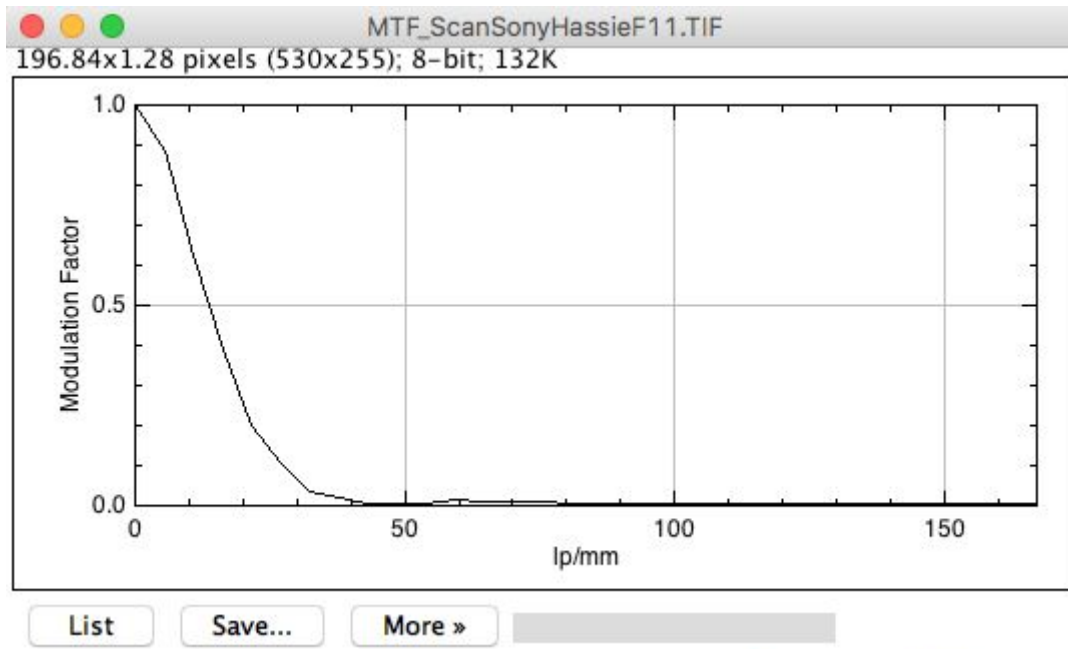


fig.40

6. Conclusions i autocrítica

Tal i com es plantejava al principi del projecte, s'ha pogut fer una comparació tècnica de la qualitat d'imatge dels 4 sistemes de captació, s'ha aprofundit més en el camp de la digitalització enlloc de la diferència de qualitat entre sistemes, i per tant ha deixat moltes coses per a resoldre.

Tot i això, ha servit per a demostrar que els escàners flatbed actuals no estan tant endarrerits pel que fa a la qualitat d'imatge i rang dinàmic ja que amb el tipus de processat de la pel·lícula el rang dinàmic obtingut ha sigut menor al que l'escaner és capaç de resoldre. No obstant referent tant al Rang dinàmic com a la qualitat d'imatge queda endarrerit pel que fa als seus competidors que són les càmeres digitals.

Així i tot, tal i com s'ha citat en el treball, per a fer un test amb resultats concloents, hauriem de fer proves de software ja que està demostrat que depenent de quin software s'utilitzi, un mateix escàner pot donar resultats diferents aiò doncs, dona peu a un possible estudi futur centrat només en la qualitat d'imatge dels escàners.

Un punt important i que la gent no té en compte és l'importància de la caracterització dels equips i és un procediment pràcticament obligatori si es volen fer reproduccions i digitalitzacions d'alta qualitat per a una preservació de l'obra al llarg del temps.

Ha sigut un treball molt complert, dur i laboriós el qual he disfrutat molt realitzant ja que m'ha permès treballar amb tota mena d'equipaments interessants i m'ha servit per aprofundir en un món tècnic que la gent desconeix ja que molt poca gent es planteja la digitalització d'arxius com un projecte tant laboriós i complex com arriba a ser el fet de digitalitzar un negatiu.

Cal afegir també que per a obtenir una bona sèrie de resultats, s'hauria d'adaptar (tal i com està citat anteriorment) el protocol de revelat al tipus de pel·lícula buscant així temperatures, reveladors, patrons d'inversió etc que afavoreixin l'obtenció de la millor qualitat d'imatge i rang dinàmic que la pel·lícula, en aquest cas Delta 100 és capaç d'oferir.

Degut a la falta de proves no es pot dir llavors que el sistema digital és millor que l'analògic ja que en el cas de la Hasselblad i de la Sony s'han comparat objectius antics de fa uns 50 anys mentre que amb la Phase One s'ha utilitzat un objectiu bastant modern llavors la comparativa tampoc és exacta. Tot i això podem dir que els resultats són acceptables ja que la majoria de gent que dispara tant analògic com digital utilitza tota mena d'objectius tant antics com nous.

D'altra banda l'objectiu del projecte era obtenir més experiència i aprofundir en el camp de la caracterització d'equipaments així com en el món de la qualitat d'imatge i personalment trobo que aquests paràmetres s'han complert sinó que personalment em trobo capacitat per poder enfrontar-me de manera professional a feines de digitalització i caracterització de càmeres digitals ja que trobo que el món dels escàners encara s'escapa als coneixements impartits tant durant la carrera com la durada del projecte.

7. Bibliografia

VAN DORMOLEN, H., National Library of the Netherlands (KB), The Hague (NL) (Enero 2012): Metamorfoze Preservation Imaging Guidelines, Image Quality, versión 1.0. National Programme for the Preservation of Paper Heritage. [Consulta: (23/3/2017) Disponible a: https://www.metamorfoze.nl/sites/metamorfoze.nl/files/publicatie_documenten/Metamorfoze_Preservation_Imaging_Guidelines_1.0.pdf

VILALTA, N (Juny 2014): "Caracterización del sistema de captura para la digitalización de diapositivas", Centre de la i la Tecnologia Multimedia/CITM, UPC, Campus Terrassa, Barcelona, Spain

MARTÍNEZ, B. MITJÀ, C. ESOFET, J. Optimization of digitization procedures in cultural heritage preservation. Image Quality Laboratory/CITM/UPC, Campus Terrassa, Edif. TR12, 08222-Terrassa, Barcelona, Spain

LINDO, B, (Juny 2016): Digitalización de negativos: Una guía de cómo hacerlo en casa. Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimedia/CITM, UPC Campus de Terrassa, Barcelona, Spain.

GÒDIA, I (Febrer 2013) Estudi de Millora de la digitalització d'imatges en l'arxiu fotogràfic de l'Institut d'Estudis Ilerdencs. Centre de la Imatge i Tecnologia Multimedia CITM/UPC Campus de Terrassa, Barcelona, Spain.

MARTÍNEZ, B. Caracterització d'Equipaments i Recomanació de Procediments. Centre de Recerca i Difusió de la imatge (CRDI) Image Quality Laboratory, Centre de la Imatge i Tecnologia Multimedia CITM/UPC Campus de Terrassa, Barcelona, Spain.

OSBORNE, R. SCOTT, C. IBN. GRIGGS, K. PUGLIA S. US NATIONAL ARCHIVES AND RECORDS ADMINISTRATION. (AUGUST 2010). Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Creation of Raster Image Master Files.

